

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 10 月 4 日 (04.10.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/72457 A1

- (51) 国際特許分類: B22F 3/02 千260-0835 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社 技術研究所内 Chiba (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/02358
- (22) 国際出願日: 2001 年 3 月 23 日 (23.03.2001) (74) 代理人: 弁理士 落合憲一郎(OCHIAI, Kenichiro); 〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2番3号 日比谷国際ビル 川崎製鉄株式会社 東京本社内 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CA, KR.
- (30) 優先権データ:
特願2000-89015 2000 年 3 月 28 日 (28.03.2000) JP
特願2001-45036 2001 年 2 月 21 日 (21.02.2001) JP
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人: 川崎製鉄株式会社 (KAWASAKI STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒651-0075 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号 Hyogo (JP). 添付公開書類:
一 国際調査報告書
- (72) 発明者: 尾崎由紀子 (OZAKI, Yukiko). 上ノ蘭聡 (UENOSONO, Satoshi). 宇波 繁 (UNAMI, Shigeru); 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。



(54) Title: LUBRICANT FOR DIE LUBRICATION AND METHOD FOR PRODUCING HIGH DENSITY PRODUCT OF FORMING OF IRON BASE POWDER

WO 01/72457 A1

(54) 発明の名称: 金型潤滑用潤滑剤および高密度鉄基粉末成形体の製造方法

(57) Abstract: A lubricant for die lubrication, characterized in that it is a mixed powder of two or more lubricants having a melting point higher than a predetermined temperature of pressing; and a method for producing a high density product of forming of an iron base powder, which comprises providing a die of room temperature or preheated to a predetermined temperature, charging the above lubricant for die lubrication, attaching the charged lubricant to the wall of the die by introducing it into the die through spraying, introducing an iron base mixed powder containing a lubricant into the die having the above lubricant attached thereto, and molding the powder at room temperature or the predetermined temperature. The above two or more lubricants are preferably selected from among metal soaps, amide type waxes, polyamides, polyethylenes, polypropylenes, acrylic ester polymers, methacrylic ester polymers, fluororesins and laminated lubricants. The method can be employed for producing a high density formed product by one time operation of pressing.

[続葉有]



(57) 要約:

金型を、常温のままあるいは所定の温度に予熱し、所定の加圧成形の温度より高い融点を有する２種以上の潤滑剤を混合した金型潤滑用潤滑剤を金型上部で噴霧して金型に導入し、金型表面に帯電付着させる。このような潤滑剤が帯電付着した金型に、潤滑剤を含む鉄基粉末混合粉を、常温のままあるいは所定の温度に加熱し成形する。所定の加圧成形の温度より高い融点を有する２種以上の金型潤滑用潤滑剤としては、金属石鹸、アミド系ワックス、ポリアミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、アクリル酸エステル重合体、メタクリル酸エステル重合体、フッ素樹脂、あるいは層状潤滑剤の各群のうちの１群または２群以上から選ばれた物質からなる２種以上とするのが好ましい。

本発明によれば、一回の加圧成形で高密度の成形体を得ることができる。

明 細 書

金型潤滑用潤滑剤および高密度鉄基粉末成形体の製造方法

技術分野

本発明は、金型潤滑用潤滑剤および粉末冶金用鉄基粉末成形体の製造方法に係り、とくに、高密度の鉄基粉末成形体を製造する際に使用する金型潤滑用潤滑剤の改善に関する。

背景技術

一般的に、粉末冶金用鉄基粉末成形体は、鉄基粉末に、銅粉、黒鉛粉などの合金粉末と、さらにステアリン酸亜鉛、ステアリン酸鉛等の潤滑剤を混合した鉄基粉末混合粉を金型に充填したのち、加圧成形し製造される。成形体の密度としては、 $6.6 \sim 7.1 \text{Mg/m}^3$ が一般的である。

これら鉄基粉末成形体は、さらに焼結処理を施され焼結体とされ、さらに必要に応じてサイジングや切削加工が施され、粉末冶金製品とされる。また、さらに高強度が必要な場合は焼結後に浸炭熱処理や光輝熱処理を施されることもある。

この粉末冶金技術により、高寸法精度の複雑な形状の部品を多くの切削工数を経なくても殆ど最終形状に近い形状（ニアネット形状）に一度で成形して生産することが可能となり、従来の製造方法に比べ切削コストの大幅な低減が可能になった。このようなことから、日本では、鉄系の粉末冶金製品は自動車部品として、1台当たり6kg強（1998年現在）使用されている。

さらに、最近では、切削加工の省略によるコスト削減を目的とした一層の高精度化や、部品の小型軽量化を目的とした高強度化が鉄系の粉末冶金製品へ強く要求されている。

粉末冶金製品（焼結部品）の高強度化に対しては、成形体の高密度化による焼結部品の高密度化が有効である。焼結部品の密度が高いほど、部品中の空孔が減少し、引張強さ、衝撃値や疲労強度などの機械的特性が向上する。

鉄基粉末成形体の高密度化を可能にする成形方法として、鉄基粉末混合粉を通常の成形と焼結を施したのち、さらに成形・焼結を繰り返して行う2回成形2回焼結法や、1回成形1回焼結後熱間で鍛造する焼結鍛造法などが提案されている。

また、例えば、特開平2-156002号公報、特公平7-103404号公報、USP 第5,256,185号公報、USP 第5,368,630号公報には、金属粉末を加熱しつつ成形する温間成形技術が開示されている。この温間成形技術は、温間成形時に潤滑剤の一部または全部を溶融させて粉末粒子間に潤滑剤を均一に分散させ、粒子間および成形体と金型の間の摩擦抵抗を下げ成形性を向上させようとするものであり、上記した高密度成形体の製造方法のなかではコスト的には最も有利であると考えられている。この温間成形技術によれば、Fe-4Ni-0.5Mo-1.5Cu系の部分合金化鉄粉に0.5質量%の黒鉛、0.6質量%の潤滑剤を配合した鉄基粉末混合粉を130℃で7t/cm²（686 MPa）の圧力で成形した場合、7.30Mg/m³程度の成形体を得られる。

しかしながら、特開平2-156002号公報、特公平7-103404号公報、USP 第5,256,185号公報、USP 第5,368,630号公報に記載された技術では、粉末混合物の流動性が不十分で、生産性が低下するうえ、成形体の密度にばらつきが生じ、

焼結体の特性が変動するという問題があり、さらに、成形時の抜出し力が高く、成形体表面に疵が発生するとともに金型の寿命が短いなどの問題があった。

さらに、これらの温間成形技術では、粒子間および成形体と金型の間の摩擦抵抗を下げ成形性を向上させる目的で、鉄基粉末混合粉中に潤滑剤を含有させるが、潤滑剤は、温間成形時にその一部又は全部が熔融して成形体表面付近に押し出され、その後の焼結処理により、加熱分解あるいは蒸発して成形体から逸散し、焼結体表面付近に粗大な空孔を形成する。そのため、焼結体の機械的強度を低下させるという問題があった。

この問題を解決するために、特開平8-100203号公報には常温または温間成形において、帯電させた潤滑剤粉末を金型表面に塗布して、鉄基粉末混合物中の潤滑剤量を低減し、高密度の成形体を成形する技術が開示されている。しかしながら、この方法では、塗布する金型潤滑用潤滑剤の種類が単体であるため、その融点前後で潤滑剤の形態が変わり、潤滑機能が著しく変化する。このため、成形温度範囲が潤滑剤の融点によって限定されるという問題があった。さらに金型潤滑用潤滑剤を金型表面に塗布し鉄基粉末混合粉中の潤滑剤量を低減したとしても、混合する潤滑剤の成分によっては量の低減によって潤滑効果を失い、圧粉密度の増大が実現できないという問題も生じている。

また、現在市販されている金型潤滑用の潤滑剤は、室温での使用を前提としている。そのため、これら市販の金型潤滑用潤滑剤を、予熱された金型に帯電付着させたとしても、潤滑剤が金型表面で完全に熔融して、均一に付着できなかったり、また加圧成形中に移動しやすく、成形体と金型表面が直接接触し、抜出し力が大きくなるという問題がある。

このようなことから、依然として、室温での一回成形によって高密度成形体

が得られる、常温成形技術に対する要望も強い。このような常温成形技術として、金型潤滑を利用した成形技術が試行されている（例えば、W.G. Ball et al.: The International Journal of Powder Metallurgy, APMI International, vol. 33, No. 1, 1997, pp. 23-30 参照）。しかしながら、現状の金型潤滑装置を用いて、市販の金型潤滑用潤滑剤を金型に塗布した場合、室温においても金型表面（壁面）への潤滑剤の再現性の良い均一分散付着が困難であり、この技術は工業的に実用化されるまでに至っていない。

また、自動車用部品の高強度化という観点と、コストという観点からは、更なる高密度の成形体を、しかも1回の成形で得ることのできる、高密度鉄基粉末成形体の製造方法の開発が望まれていた。

本発明は、上記した従来技術の問題を有利に解決し、例えば、Fe-4Ni-0.5Mo-1.5Cu組成の部分合金化鉄粉に0.5質量%の黒鉛粉を混合した鉄基粉末混合粉を、室温で7 t/cm²（686 MPa）の圧力で常温加圧成形した場合には7.30 Mg/m³以上、さらに、130℃で7 t/cm²（686 MPa）の圧力で温間加圧成形した場合には7.40 Mg/m³以上の、高密度の成形体を1回の成形で得ることができる、高密度鉄基粉末成形体の製造方法を提案することを目的とする。

発明の開示

本発明者らは、金型潤滑成形技術を利用して上記した課題を達成するために、金型潤滑用潤滑剤の配合について鋭意検討を行った。その結果、抜出し力を低減させるため、室温あるいは予熱した金型表面に帯電付着させることのできる金型潤滑用潤滑剤として、所定の加圧成形の温度より高い融点を有する潤滑剤を2種以上配合して混合した混合物（潤滑剤）とするのがよいという知見を得

た。

本発明は、上記した知見に基づき、さらに検討して完成されたものである。

すなわち、第1の本発明は、粉末を金型で加圧成形する際に金型表面に帯電付着させて使用する金型潤滑用潤滑剤であって、所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤の混合粉であることを特徴とする金型潤滑用潤滑剤であり、また、第1の本発明では、前記所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤が、次A～I群

A群：金属石鹸に分類される物質のうちの1種または2種以上

B群：ポリエチレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

C群：アミド系ワックスに分類される物質のうちの1種または2種以上

D群：ポリアミドに分類される物質のうちの1種または2種以上

E群：ポリプロピレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

F群：アクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

G群：メタクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

H群：フッ素樹脂に分類される物質のうちの1種または2種以上

I群：層状潤滑剤に分類される物質のうちの1種または2種以上

のうちの1群または2群以上から選ばれた2種以上の物質であることが好ましい。また、第1の本発明では、前記金型が、予熱された金型であることが好ましい。

また、第2の本発明は、金型に、鉄基粉末混合粉を充填したのち、所定の温度で加圧成形する鉄基粉末成形体の製造方法において、前記金型を、表面に金

型潤滑用潤滑剤が帯電付着した金型とし、前記金型潤滑用潤滑剤として、前記所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤の混合粉を用いることを特徴とする高密度鉄基粉末成形体の製造方法であり、また、第2の本発明では、前記所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤が、次A～IS群

A群：金属石鹼に分類される物質のうちの1種または2種以上

B群：ポリエチレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

C群：アミド系ワックスに分類される物質のうちの1種または2種以上

D群：ポリアミドに分類される物質のうちの1種または2種以上

E群：ポリプロピレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

F群：アクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

G群：メタクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

H群：フッ素樹脂に分類される物質のうちの1種または2種以上

I群：層状潤滑剤に分類される物質のうちの1種または2種以上

うちの1群または2群以上から選ばれた2種以上の潤滑剤であることが好ましい。

また、第2の本発明では、前記金型が、予熱された金型であり、かつ前記鉄基粉末混合粉が、予め加熱された粉末であることが好ましい。

また、第2の本発明では、前記鉄基粉末混合粉は、鉄基粉末に潤滑剤（粉末成形用潤滑剤）あるいはさらに合金用粉末を混合したものであり、前記粉末成形用潤滑剤の含有量を、鉄基粉末混合粉全体に対し0.05～0.40質量%とするの

が好ましい。また、第2の本発明では、前記粉末成形用潤滑剤は、所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ1種または2種以上の潤滑剤とするか、あるいは所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤と所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ潤滑剤とからなる混合潤滑剤とするのがより好ましく、また、この場合前記所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤の含有量は、含まれる粉末成形用潤滑剤全量の10～75質量%とし、残部の25～90質量%を所定の加圧成形の温度より高い融点とからなる潤滑剤とするのが好ましい。

本発明によれば、一回の加圧成形で高密度の成形体を得ることができる。

発明を実施するための最良の形態

本発明では、金型に、鉄基粉末混合粉を充填したのち、所定の温度（常温又は、温間：70～200℃）で加圧成形し、鉄基粉末成形体とする。

本発明では、成形に用いる金型は、常温成形の場合には予熱することなく常温で用いるか、または温間成形の場合には予め所定の温度に予熱されて使用される。金型を予熱する場合には、金型の予熱温度は、鉄基粉末混合粉が所定の加圧成形の温度に保持できる温度であればよく、とくに限定する必要はないが、所定の加圧成形の温度より20～60℃高い温度とすることが望ましい。なお、常温成形の場合、金型を予熱せずに使用し始めても、複数回使用すると80℃程度まで金型の温度が上昇する。

金型に、帯電された金型潤滑用潤滑剤を導入し、金型表面に帯電付着させる。金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）は金型潤滑装置（例えば、Gasbarre社製Die Wall Lubricant System）に装入し、潤滑剤（固体）粉末と装置内壁の接触帯

電により帯電されるのが好ましい。帯電された金型潤滑用潤滑剤は、金型上部で噴霧され、金型に導入され金型表面に帯電付着される。金型表面に付着した潤滑剤（金型潤滑用潤滑剤）は、鉄基粉末成形時に、金型表面（壁面）と粉体との摩擦抵抗を低減し、成形圧力が金型表面（壁面）に逃げる「圧損」を低減し、粉体に圧力を有効に伝えることができる。このため、成形体の密度が向上し、さらに、成形体を型から抜き出す際の抜き出し力を低下させる。このような潤滑剤の効果を有効に発揮するためには、潤滑剤粉末が金型表面に均一に付着しなければならない。

金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）を金型表面に均一に付着させるためには帯電付着させるのが好ましい。

金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）が、金型表面に確実に付着するためには、金型潤滑装置内の帯電装置内で確実に帯電する必要がある。このためには、金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）の比表面積が小さいこと、すなわち、粒径が小さいことが望ましい。本発明では、金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）の粒径は金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）の90%以上が $50\mu\text{m}$ 以下であるものが好適である。これを超えると、帯電が不十分となるうえ、金型に付着した後、自重で落下し金型表面への付着が不十分となる。

また、本発明では、金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）として、2種以上の異なる粉末状の物質（潤滑剤粉末）を混合して使用する。2種以上の異なる潤滑剤粉末を混合することにより、金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）が金型潤滑装置（帯電装置）内で帯電するのみならず、2種以上の異なる粉末同士が金型潤滑装置（帯電装置）内で接触することにより接触帯電する。これにより、1種の潤滑剤を使用する場合よりも粉体全体の帯電量が大きく、したがって、金型表面へ

の潤滑剤粉末の付着が確実となる。本発明では、金型潤滑用潤滑剤（固体粉末）として、所定の加圧成形の温度より高い融点を有する潤滑剤を2種以上混合し、混合粉としたものを使用する。なお、本発明でいう所定の加圧成形の温度は、加圧成形時の金型表面での温度をいうものとする。

金型潤滑用潤滑剤が、所定の加圧成形の温度より高い融点を有する潤滑剤とすることにより、金型表面で潤滑剤が溶融せず固体粉末として存在するため、金型表面での潤滑作用が維持され、成形体の密度が向上し、また、拔出し力の低下は生じない。一方、金型潤滑用潤滑剤が、所定の加圧成形の温度より低い融点を有する潤滑剤とすると、金型表面で潤滑剤が溶融し、液状に広がるため、均一付着という点では有利であるが、金型壁面から流出したり、流出しないまでも、鉄基粉末混合粉成形時に、毛細管現象により粉末内部に吸引され、金型表面に残存する潤滑剤が少なくなるという問題がある。このため、金型表面での潤滑作用が低下し拔出し力が高くなる。

また、所定の加圧成形の温度より高い融点を有する潤滑剤は、成形時、金型内で未溶融であり金型内で「ころ」のような固体潤滑剤の働きをし、拔出し力を低下させる効果もある。

加圧成形の温度より高い融点を有する潤滑剤（固体粉末）としては、次A～I群

A群：金属石鹼に分類される物質のうちの1種または2種以上

B群：ポリエチレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

C群：アミド系ワックスに分類される物質のうちの1種または2種以上

D群：ポリアミドに分類される物質のうちの1種または2種以上

E群：ポリプロピレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

F群：アクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

G群：メタクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

H群：フッ素樹脂に分類される物質のうちの1種または2種以上

I群：層状潤滑剤に分類される物質のうちの1種または2種以上

のうちの1群または2群以上から選ばれた2種以上の粉末状の物質とすることが好ましい。これら2種以上の潤滑剤（粉末）を混合し混合物として、金型潤滑用潤滑剤として使用する。

本発明の金型潤滑用の潤滑剤は、A群：金属石鹸として分類される物質のうちから選ばれた2種以上、あるいはA群：金属石鹸として分類される物質のうちから選ばれた1種または2種以上と他の群から選ばれた1種以上の物質とともに選択することができる。以下、各群とも同様である。

A群：金属石鹸として分類される物質としては、ステアリン酸リチウム、라우リン酸リチウム、ヒドロキシステアリン酸リチウム、ステアリン酸カルシウム等が例示される。なお、本発明ではこれに限定されるものではないことはいうまでもない。

B群：ポリエチレンとして分類される物質としては、分子量の異なるポリエチレンがいずれも好適に例示されるが、なかでも分子量5000～10万の粉末状のポリエチレンが好ましい。

C群：アミド系ワックスとして分類される物質としては、ステアリン酸アミド（融点103℃）、エチレンビスステアロアミド（融点148℃）、さらにアルキル鎖の長いエチレンビスアルキルアミド（たとえば、共栄社化学製：ライト

アミドWH215（融点215℃）、共栄社化学製：ライトアミドWH255（融点255℃））等が例示される。なお、本発明ではこれに限定されるものではないことはいうまでもない。

D群：ポリアミドとして分類される物質としては、分子量の異なるポリアミドがいずれも好適に例示されるが、なかでも融点210～270℃のポリアミド（ナイロン）が好ましい。

また、E群：ポリプロピレンとして分類される物質としては、分子量の異なるポリプロピレンがいずれも好適に例示されるが、分子量5000～10万の粉末状のポリプロピレンが好ましい。

F群：アクリル酸エステル重合体として分類される物質としては、同種のモノマーのみの重合体としても、また複数種のモノマーの共重合体としてもいずれでもよく、ポリメチルアクリレート、ポリエチルアクリレート等が例示できる。なお、本発明ではこれに限定されるものではないことはいうまでもない。

G群：メタクリル酸エステル重合体として分類される物質としては、同種のモノマーのみの重合体としても、また複数種のモノマーの共重合体としてもいずれでもよく、ポリメチルメタクリレート、ポリエチルメタクリレート等が例示できる。なお、本発明ではこれに限定されるものではないことはいうまでもない。

H群：フッ素樹脂に分類される物質としては、同種のモノマーのみの重合体としても、また複数種のモノマーの共重合体としてもいずれでもよく、ポリエトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレンーパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、テトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレン共重合体などを例示できる。なお、本発明ではこれらに限定されるものではない

ということはいうまでもない。

I 群：層状潤滑剤に分類される物質としては、層状の結晶構造を有する無機または有機潤滑剤である。無機系の層状潤滑剤としては黒鉛、 MoS_2 、フッ化炭素など、有機系の層状潤滑剤としてはメラミン—シアヌル酸付加物（MCA）、N—アルキルアスパラギン酸— β —アルキルエステルなどを例示できる。なお、本発明ではこれらに限定されるものではないということはいうまでもない。

また、金型表面に帯電付着する金型潤滑用潤滑剤の付着量は、 $0.5 \sim 10 \text{ mg/cm}^2$ とするのが好ましい。付着量が 0.5 mg/cm^2 未満では潤滑効果が不足し、成形後の抜出し力が高くなり、一方、付着量が 10 mg/cm^2 を超えると、成形体表面に潤滑剤が残存し、成形体の外観不良となる。

金型潤滑用潤滑剤を帯電付着された金型に、ついで、鉄基粉末混合粉を装入し、加圧成形し、鉄基粉末成形体とする。なお、金型を予熱せずに常温で使用する場合には、鉄基粉末混合粉も、とくに加熱せず常温とすることが好ましい。一方、金型を予熱する場合には、鉄基粉末混合粉を、 200°C 以下、好ましくは 70°C 以上の温度に加熱することが好ましい。加熱温度が 200°C を超えると、実質的に密度の増加はなく、鉄粉の酸化の懸念が生じるため、鉄基粉末混合粉の加熱温度は、 200°C 以下とするのが望ましい。

鉄基粉末混合粉は、鉄基粉末に潤滑剤（粉末成形用潤滑剤）あるいはさらに合金用粉末を混合したものである。

本発明における鉄基粉末は、アトマイズ鉄粉または還元鉄粉などの純鉄粉、または部分合金化鋼粉、完全合金化鋼粉、またはこれらの混合粉が好ましい。

また、鉄基粉末と粉末成形用潤滑剤あるいはさらに合金用粉末との混合方法は、とくに限定する必要はなく、通常公知の混合方法がいずれも好適に利用で

きる。なかでも、鉄基粉末に合金用粉末を混合する場合には、含有粉末の偏析を避けるため、鉄基粉末、合金用粉末に粉末成形用潤滑剤の1部を加えて1次混合したのち、さらに前記粉末成形用潤滑剤のうち少なくとも1種の潤滑剤の融点以上に加熱しつつ攪拌して、前記粉末成形用潤滑剤のうち少なくとも1種の潤滑剤を溶融し、溶融後の混合物を攪拌しながら冷却し、前記鉄基粉末表面に溶融した潤滑剤を固着させることによって前記合金用粉末を付着させた後、粉末成形用潤滑剤の残部を加えて2次混合する混合方法が好ましい。

鉄基粉末混合粉に含まれる粉末成形用潤滑剤の含有量は、鉄基粉末混合粉全体に対し0.05～0.40質量%とするのが好ましい。粉末成形用潤滑剤の含有量が0.05質量%未満では、成形時の粉末同士の潤滑効果が少なくなるため、成形体の密度が低下する。一方、粉末成形用潤滑剤含有量が0.40質量%を超えると、比重の小さい潤滑剤の占める割合が多くなり、成形体密度が低下する。

本発明では、鉄基粉末混合粉に含まれる粉末成形用潤滑剤は、所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ1種または2種以上の潤滑剤としても、所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤と所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ潤滑剤とからなる混合潤滑剤としても、また、所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ1種または2種以上の潤滑剤としてもいずれも好適であるが、なかでも、所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤と所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ潤滑剤とからなる混合潤滑剤とするのがより好ましい。

なお、所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤と所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ潤滑剤とからなる混合潤滑剤とする場合には、所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤の含有量は、含まれる粉末成形

用潤滑剤全量の10～75質量%とし、残部の25～90質量%を所定の加圧成形の温度より高い融点とからなる潤滑剤とするのがより好ましい。所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤は、加圧成形時に熔融し、粉末粒子間に毛細管力により浸透して、粉末粒子内部に均等に分散し、粒子相互の接触抵抗を低減し、粒子再配列を促進して成形体の高密度化を促進する効果を有する。所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤の含有量が、10質量%未満では、粉末粒子内部に潤滑剤が均等に分散せず、成形体密度が低下する。また、75質量%を超えると、成形体の密度が増加するにしたいが、熔融した潤滑剤が成形体表面へ絞り出され、表面に、潤滑剤の逃げ道が形成され、成形体表面に多数の粗大な空孔が形成されて、焼結部材の強度低下を招く。

鉄基粉末混合粉に含まれる、所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ潤滑剤は、成形時、固体として存在し、熔融した潤滑剤がはじかれる鉄基粉末粒子表面の凸部において「ころ」として作用して、粒子の再配列を促進し、成形体の密度を増加させる効果を有する。

鉄基粉末混合物に含まれる粉末成形用潤滑剤のうち、所定の加圧成形の温度より高い融点をもつ潤滑剤としては、金属石鹸、熱可塑性樹脂、熱可塑性エラストマー、層状の結晶構造を有する無機または有機潤滑剤のうちから選ばれた1種または2種以上とするのが好ましい。所定の加圧成形の温度に応じ、下記した潤滑剤から適宜選択できる。

金属石鹸としては、ステアリン酸リチウム、ヒドロキシステアリン酸リチウム等が好ましい。また、熱可塑性樹脂としては、ポリスチレン、ポリアミド、フッ素樹脂等が好適である。熱可塑性エラストマーとしては、ポリスチレン系エラストマー、ポリアミド系エラストマー等が好適である。また、層状の結晶

構造を有する無機潤滑剤としては、黒鉛、 MoS_2 、フッ化炭素のいずれでも良く、粒度は細かいほど、抜き出し力の低減に有効である。層状の結晶構造を有する有機潤滑剤としては、メラミン－シアヌル酸付加物（MCA）、N－アルキルアスパラギン酸－ β －アルキルエステルのいずれも使用することができる。

鉄基粉末混合粉に含まれる粉末成形用潤滑剤のうち、所定の加圧成形の温度以下の低い融点をもつ潤滑剤としては、金属石鹸、アミド系ワックス、ポリエチレンおよびこれらのうちの少なくとも2種以上の共溶融物のうちから選ばれた1種または2種以上とするのが好ましい。所定の加圧成形の温度に応じ、下記した潤滑剤から適宜選択できる。

金属石鹸としては、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等が好ましい。また、アミド系ワックスとしては、エチレンビスステアロアミド、ステアリン酸モノアミド等が好適である。共溶融物としては、オレイン酸とステアリン酸亜鉛の共溶融物、エチレンビスステアロアミドとポリエチレンの共溶融物、エチレンビスステアロアミドとステアリン酸アミドとの共溶融物、エチレンビスステアロアミドとステアリン酸亜鉛の共溶融物、エチレンビスステアロアミドとステアリン酸カルシウムの共溶融物、ステアリン酸カルシウムとステアリン酸リチウムとの共溶融物等が好適である。また、成形温度によっては、これらの潤滑剤の一部を加圧成形温度より高い融点をもつ潤滑剤として使用することもできる。

鉄基粉末混合粉に合金用粉末として含まれる黒鉛は、焼結体を強化する効果を有する。黒鉛の含有量が少ないと焼結体強化の効果が充分でなく、一方、多すぎると初析セメントが析出して強度が低下する。このようなことから、鉄基粉末混合粉中に含有される黒鉛は、鉄基粉末混合粉全量に対し、0.1～2.

0 質量%とするのが好ましい。

上記のようにして得られた成形体は、焼結処理、必要に応じてさらに、浸炭熱処理、光輝熱処理等が施されて、粉末冶金製品として使用することができる。

実施例

鉄基粉末として、Fe-4Ni-0.5Mo-1.5Cu組成の部分合金化鋼粉を用いた。この部分合金化鋼粉に、黒鉛粉、粉末成形用潤滑剤を高速ミキサーによる加熱混合法により混合し、鉄基粉末混合粉とした。なお、黒鉛粉の添加量は、鉄基粉末混合粉の全量に対し、0.5 質量%とした。また、粉末成形用潤滑剤は、表 1 に示す種類および添加量（鉄基粉末混合粉の全量に対する）とした。

まず、加圧成形用の金型の温度を表 1 に示す温度（常温のまま、または予熱）したのち、金型潤滑装置（Gasbarre社製）を用いて帯電させた金型潤滑用潤滑剤を金型内に噴霧導入し、金型表面に帯電付着させた。なお、金型潤滑用潤滑剤は、加圧成形温度以上の融点を有する 2 種以上の潤滑剤を混合したものであり、表 2 に示す A 群～ I 群のうちの 1 群または 2 群以上から選ばれた 2 種以上の物質（潤滑剤）を混合したものを使用した。なお、比較として、加圧成形温度未満の融点を有する潤滑剤を 1 種以上含む場合、あるいは加圧成形温度より高い融点を有する潤滑剤を 1 種のみとした場合を比較例とした。なお、金型表面の温度を測定し、加圧成形の温度とした。

ついで、このように処理された金型に、金型の処理に応じて常温のまま、または加熱した、鉄基粉末混合粉を充填したのち、加圧成形し、10×10×55mm の直方体の成形体とした。なお、加圧力は、7t/cm²（686 MPa）とした。また、加圧成形条件を表 1 に示す。また、鉄基粉末混合粉に含まれる粉末成形用潤滑

剤は、表 2 に示す各種潤滑剤から選択し、表 1 に示す加圧成形温度より高い融点をもつ潤滑剤、あるいは表 1 に示すように、加圧成形温度以下の低い融点をもつ潤滑剤と、加圧成形温度より高い融点をもつ潤滑剤とを混合したもの、とした。

なお、従来例として、金型潤滑用潤滑剤を塗布しない金型に、金型の処理に応じて常温（25℃）のまま、または加熱した鉄基粉末混合粉を充填し、加圧成形し、同様の直方体の成形体とした例を従来例とした（成形体No. 28 、No. 32 ）。

成形後、成形体を抜き出す時の抜出し力を測定した。

また、これら成形体について、アルキメデス法で密度を測定した。なお、アルキメデス法とは、被測定物である成形体を水中に浸漬して体積を測定することにより密度を測定する方法である。

さらに、これら成形体の外観を目視で観察し、疵、割れ等の欠陥の有無を調査した。

また、これら成形体を中央部で切断し、樹脂に埋め込んで研磨し、断面における空孔の有無を光学顕微鏡で観察した。

抜出し力、成形体密度、成形体の外観および成形体断面の性状についての結果を表 1 に示す。

本発明例は、いずれも成形後の抜出し力が20MPa 以下と低く、さらに常温成形で7.30Mg/m³ 以上、温間成形で7.40Mg/m³ 以上の、高密度を有する成形体となっている。さらに、成形体には、疵、割れ等の欠陥は認められなかった。また、成形体の断面性状は、正常で、粗大な空孔は認められなかった。

金型潤滑を施さない従来例（成形体No. 28 、No. 32 ）は、著しく抜出力が増

大し、成形体密度が低下し、成形体表面に疵が認められた。

本発明の範囲を外れる比較例は、拔出し力が20MPa を超えて高いか、常温成形での密度が 7.25Mg/m^3 以下と低い、温間成形での密度が 7.35Mg/m^3 以下と低い、あるいは成形体の表面に疵があるか、あるいは成形体断面の表面付近に粗大な空孔が観察された。

また、温間成形においては、金型潤滑剤の少なくとも1種の融点が、加圧成形温度以下の場合（成形体No. 29 ）、あるいは、金型潤滑剤が、加圧成形温度よりも高い融点を持つ1種のみである場合（成形体No. 30 、No. 33 ）あるいは、加圧成形温度よりも低い融点を持つ1種のみである場合（成形体No. 31 ）は、成形体密度が低く、拔出し力が高くなる。

本発明によれば、外観性状、断面性状いずれも良好である、高密度の成形体を拔出し力が低く成形できるという効果がある。

表 1-1

成形体 No	金型潤滑用潤滑剤				鉄基粉末混合粉中粉体成形用潤滑剤				加圧成形条件				成形体			備考
	加圧成形温度より高い融点の潤滑剤		加圧成形温度以下の低い融点の潤滑剤		加圧成形温度より高い融点の潤滑剤		加圧成形温度以下の低い融点の潤滑剤		金型予熱温度 ℃	鉄粉混合粉加圧温度 ℃	基加圧成形温度 ℃	抜出し力 MPa	密度 Mg/m ³	断面組織		
	含有比率 * 質量 %	種類 (融点)	含有比率 * 質量 %	種類 (融点)	含有比率 * 質量 %	種類 (融点)	含有比率 * 質量 %	種類 (融点)								
1	50 A1 (150 °C) 50 A3 (230 °C)	—	—	—	0.4	C1 (148 °C): 0.4	100	—	—	150	130	130	17	7.40	良	本発明例
2	25 A1 (150 °C) 75 A4 (216 °C)	—	—	—	0.3	C1 (148 °C): 0.3	100	—	—	150	130	130	18	7.42	良	本発明例
3	25 A4 (216 °C) 75 H1 (327 °C)	—	—	—	0.3	J1 (約140 °C) 0.3:0.3	100	—	—	150	130	130	18	7.42	良	本発明例
4	50 G1 (160 °C) 50 C1 (148 °C)	—	—	—	0.05	C1 (148 °C): 0.05	100	—	—	150	130	130	19	7.47	良	本発明例
5	50 A3 (230 °C) 50 D2 (260 °C)	—	—	—	0.1	C1 (148 °C): 0.1	100	—	—	150	130	130	16	7.46	良	本発明例
6	25 A4 (216 °C) 75 B1 (144 °C)	—	—	—	0.2	C1 (148 °C): 0.2	100	—	—	150	130	130	18	7.43	良	本発明例
7	80 A3 (230 °C) 20 E1 (153 °C)	—	—	—	0.3	J2 (約135 °C) 0.3:0.3	100	—	—	150	130	130	11	7.40	良	本発明例
8	50 A3 (230 °C) 50 F1 (155 °C)	—	—	—	0.3	J3 (約149 °C) 0.3:0.3	100	—	—	150	130	130	11	7.41	良	本発明例
9	30 C1 (148 °C) 70 C2 (215 °C)	—	—	—	0.2	C1 (148 °C): 0.2	100	—	—	150	130	130	14	7.43	良	本発明例
10	25 C1 (148 °C) 75 C3 (255 °C)	—	—	—	0.25	C1 (148 °C): 0.25	100	—	—	150	130	130	11	7.42	良	本発明例
11	25 C2 (215 °C) 75 C3 (255 °C)	—	—	—	0.25	J4 (約118 °C): 50 0.4 A2 (127 °C): 0.4	50	—	—	25	25	25	12	7.35	良	本発明例
12	25 G1 (160 °C) 75 A3 (230 °C)	—	—	—	0.20	J5 (約125 °C): 50 0.4 J4 (約118 °C): 12.5 0.1 C1 (148 °C): 0.3	37.5	—	—	25	25	25	14	7.34	良	本発明例

*) 潤滑剤全量に対する含有比率

**) 鉄基粉末混合粉中の潤滑剤含有率

***) 鉄基粉末混合粉中の含有率

潤滑剤の符号は表 2 参照

表 1-2

成形体 No	金型潤滑用潤滑剤				鉄基粉末混合粉中粉体成形用潤滑剤				加圧成形条件				成形体			備考			
	加圧成形温度より 高い融点の潤滑剤		加圧成形温度以下 の低い融点の潤滑剤		潤滑剤含有率 質量%		加圧成形温度より 高い融点の潤滑剤		加圧成形温度以下 の低い融点の潤滑剤		金型 予熱度 ℃	鉄粉 混合 予熱度 ℃	基末 混合 加温 ℃	加圧 成形 温度 ℃	抜出し力 MPa		密度 Mg/m ³	断面 組織	
	含有 比率 *	種類 (融点)	含有 比率 *	種類 (融点)	含有 比率 **	種類 (融点)	含有 比率 *	種類 (融点)	含有 比率 *	種類 (融点)									
		質量%		質量%		質量%		質量%		質量%									
13	30	C2 (215 °C) C3 (255 °C)	—	—	0.3	A4 (216 °C) : 0.3	100	—	—	—	150	130	130	130	12	7.41	良	本発明例	
14	25 25 50	C1 (148 °C) C2 (215 °C) C3 (255 °C)	—	—	0.2	C2 (215 °C) : 0.1 C3 (255 °C) : 0.1	50 50	—	—	—	150	130	130	130	14	7.42	良	本発明例	
15	25 75	C1 (148 °C) D1 (220 °C)	—	—	0.4	A3 (230 °C) : 0.3	75	A2 (127 °C) : 0.1	25	—	150	130	130	130	12	7.40	良	本発明例	
16	70 30	C2 (220 °C) B1 (144 °C)	—	—	0.05	E1 (152 °C) :	100	—	—	—	150	130	130	130	15	7.47	良	本発明例	
17	70 30	C2 (220 °C) E1 (153 °C)	—	—	0.2	C1 (148 °C) :	100	—	—	—	150	130	130	130	13	7.42	良	本発明例	
18	25 75	C1 (148 °C) I3 (融解せず)	—	—	0.4	C1 (148 °C) :	100	—	—	—	150	130	130	130	13	7.40	良	本発明例	
19	50 50	D1 (220 °C) D2 (260 °C)	—	—	0.2	C1 (148 °C) :	100	—	—	—	150	130	130	130	13	7.40	良	本発明例	
20	70 30	D2 (260 °C) D3 (215 °C)	—	—	0.1	F1 (155 °C) :	100	—	—	—	150	130	130	130	18	7.43	良	本発明例	
21	60 40	D3 (215 °C) E1 (153 °C)	—	—	0.4	C3 (255 °C) :	50	A2 (127 °C) : 0.1 C1 (148 °C) : 0.1	25 25	—	180	150	150	150	17	7.42	良	本発明例	
22	55 45	D3 (215 °C) B1 (144 °C)	—	—	0.35	C1 (148 °C) : 0.2 A1 (150 °C) : 0.1	50 25	A2 (127 °C) : 0.1	25	—	150	130	130	130	17	7.41	良	本発明例	

*) 潤滑剤全量に対する含有比率

**) 鉄基粉末混合粉中の潤滑剤総含有量

***) 鉄基粉末混合粉中の含有量

潤滑剤の符号は表 2 参照

表1-3

成形体No	金型潤滑用潤滑剤				鉄基粉末混合粉中粉体成形用潤滑剤				加工成形条件				成形体			備考
	加工成形温度より下の低い融点の潤滑剤				加工成形温度より高い融点の潤滑剤				金型予熱温度 ℃	鉄粉混合粉熱度 ℃	基未成形温度 ℃	拔出し力 MPa	密度 Mg/m ³	外観	断面組織	
	含有比率 質量%	種類 (融点) ℃	含有比率 質量%	種類 (融点) ℃	含有比率 質量%	種類 (融点) ℃	含有比率 質量%	種類 (融点) ℃								
23	60 40	D3 (215 °C) F2 (178 °C)	—	—	0.25	A1 (150 °C): 0.25	100	—	—	150	130	16	7.42	良	良	本発明例
24	50 50	B1 (144 °C) E1 (153 °C)	—	—	0.2	D1 (225 °C): 0.2	100	—	—	150	130	16	7.42	良	良	本発明例
25	50 50	B1 (144 °C) I1 (融解せず)	—	—	0.4	D2 (268 °C): 0.4	100	—	—	150	130	14	7.40	良	良	本発明例
26	30 70	E1 (153 °C) I2 (融解せず)	—	—	0.05	D3 (215 °C): 0.05	100	—	—	150	130	17	7.46	良	良	本発明例
27	30 30 40	A3 (230 °C) C1 (148 °C) B1 (144 °C)	—	—	0.20	C1 (148 °C): 0.20	100	—	—	150	130	16	7.43	良	良	本発明例
28	—	—	—	—	0.4	C1 (148 °C): 0.4	100	—	—	150	130	35	7.31	疵 空孔あり	疵 空孔あり	従来例
29	50 50	C3 (255 °C) A2 (127 °C)	50	A2 (127 °C)	0.4	C1 (148 °C): 0.4	100	—	—	150	130	28	7.35	良	良	比較例
30	100	C3 (255 °C)	—	—	0.4	C1 (148 °C): 0.4	100	—	—	150	130	25	7.33	良	良	比較例
31	—	—	100	A2 (127 °C)	0.4	C1 (148 °C): 0.4	100	—	—	150	130	31	7.3	良	良	比較例
32	—	—	—	—	0.25	J4 (約118 °C): 0.4 A2 (127 °C): 0.4	50	—	—	25	25	32	7.20	疵 空孔あり	疵 空孔あり	従来例
33	100	A2 (127 °C)	—	—	0.25	J5 (約125 °C): 0.4 J4 (約118 °C): 0.1 C1 (148 °C): 0.3	50 12.5 37.5	—	—	25	25	36	7.25	疵	良	比較例

潤滑剤の符号は表2参照

**) 鉄基粉末混合粉中の潤滑剤総含有量

*) 潤滑剤全量に対する含有比率

***) 鉄基粉末混合粉中の含有量

表 2

表 2

群	符 号	潤滑剤種類		群	符 号	潤滑剤種類		
A群	A 1	ステアリン酸Ca	金属 石 鹼	C群	C 1	エチレン [*] スステアロアミ ド	アミト [*] 系 ワックス	
	A 2	ステアリン酸Zn			C 2	ライトアミトWH215		
	A 3	ステアリン酸Li			C 3	ライトアミトWH255		
	A 4	ヒト [*] オキシステアリン酸 Li		D群	D 1	ポリアミド6	ポリア ミド	
B群	B 1	直鎖状低密度 ポリエチレン	ポリエチ レン		D 2	ポリアミド66		
					D 3	ポリアミド610		
E群	E 1	ポリプロピレン	ポリプロ ピレン	F群	F 1	ホ [*] リメチルアクリレート	アクリル酸 エステル重 合体	
G群	G 1	ホ [*] リメチルメタクリレート	メタクリル酸 エステル 重合体		F 2	ホ [*] リエチルアクリレート		
	G 2	ホ [*] リエチルメタクリレート			H群	H 1	ホ [*] リテトラフルオロエチレン	フッ素 樹脂
J群	J 1	エチレン [*] スステアロアミト [*] とポリエチレンの 共融混合物	共融混 合物	I群	I 2	MoS 2	層状潤 滑剤	
	J 2	エチレン [*] スステアロアミト [*] と ステアリン 酸Zn の 共融混合物			I 2	フッ化炭素		
	J 3	エチレン [*] スステアロアミト [*] と ステアリン 酸Ca の 共融混合物						
	J 4	オレイン酸とステアリン 酸Zn の共融混合物		I 3	メラニージアル 酸付加物 (MCA)			
	J 5	ステアリン 酸アミト [*] とエチレン ヒ [*] スステアリン 酸アミト [*] の 共融混合物						

産業上の利用可能性

本発明によれば、外観性状、断面性状いずれも良好である、高密度の成形体を1回の成形で容易に製造でき、しかも成形後の抜き力が低く、金型を長寿命化することができ、さらに高密度の焼結体が容易に得られるという産業上格段の効果を奏する。

請 求 の 範 囲

1、粉末を金型で加圧成形する際に金型表面に帯電付着させて使用する金型潤滑用潤滑剤であって、所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤の混合粉であることを特徴とする金型潤滑用潤滑剤。

2、前記所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤が、下記A～I群のうちの1群または2群以上から選ばれた2種以上の物質であることを特徴とする請求項1に記載の金型潤滑用潤滑剤。

記

A群：金属石鹸に分類される物質のうちの1種または2種以上

B群：ポリエチレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

C群：アミド系ワックスに分類される物質のうちの1種または2種以上

D群：ポリアミドに分類される物質のうちの1種または2種以上

E群：ポリプロピレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

F群：アクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

G群：メタクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

H群：フッ素樹脂に分類される物質のうちの1種または2種以上

I群：層状潤滑剤に分類される物質のうちの1種または2種以上

3、前記金型が、予熱された金型であることを特徴とする請求項1または2に

記載の金型潤滑用潤滑剤。

4、金型に、鉄基粉末混合粉を充填したのち、所定の温度で加圧成形する鉄基粉末成形体の製造方法において、前記金型を、表面に金型潤滑用潤滑剤が帯電付着した金型とし、前記金型潤滑用潤滑剤として、前記所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤の混合粉を用いることを特徴とする高密度鉄基粉末成形体の製造方法。

5、前記所定の加圧成形の温度より高い融点を有する2種以上の潤滑剤が、下記A～I群のうちの1群または2群以上から選ばれた2種以上の物質であることを特徴とする請求項4に記載の高密度鉄基粉末成形体の製造方法。

記

A群：金属石鹸に分類される物質のうちの1種または2種以上

B群：ポリエチレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

C群：アミド系ワックスに分類される物質のうちの1種または2種以上

D群：ポリアミドに分類される物質のうちの1種または2種以上

E群：ポリプロピレンに分類される物質のうちの1種または2種以上

F群：アクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

G群：メタクリル酸エステル重合体に分類される物質のうちの1種または2種以上

H群：フッ素樹脂に分類される物質のうちの1種または2種以上

I 群：層状潤滑剤に分類される物質のうちの 1 種または 2 種以上

6、前記金型が、予熱された金型であり、かつ前記鉄基粉末混合粉が、予め加熱された粉末であることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の高密度鉄基粉末成形体の製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/02358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B22F 3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B22F 3/02-3/093

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 3995979, A (Ing. C. Olivetti & C., S.p.A.), 07 December, 1976 (07.12.76), Claims & JP, 58-24481, B2	1-6
A	EP, 225803, A1 (University of Bath), 16 June, 1987 (16.06.87), Claims & JP, 62-187598, A	1-6
A	JP, 2-240202, A (Toyota Motor Corporation), 25 September, 1990 (25.09.90), Claims (Family: none)	1-6
A	JP, 11-193404, A (Hitachi Powdered Metals Co., Ltd.), 21 July, 1999 (21.07.99), Claims (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
 15 June, 2001 (15.06.01)


Date of mailing of the international search report
 26 June, 2001 (26.06.01)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ¹ B22F 3/02		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ¹ B22F 3/02- 3/093		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 3995979, A (Ing. C. Olivetti & C., S.p.A.) 7. Dec. 1976 (07. 12. 76) Claims & JP, 58-24481, B2	1-6
A	EP, 225803, A1 (University of Bath) 16. Jun. 1987 (16. 06. 87) Claims & JP, 62-187598, A	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリ 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	15. 06. 01	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 鈴木 毅 電話番号 03-3581-1101 内線 3435
		4K 9154 

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 2-240202, A (トヨタ自動車株式会社) 25. 9月. 1990 (25. 09. 90) 特許請求の範囲(ファミリーなし)	1-6
A	JP, 11-193404, A (日立粉末冶金株式会社) 21. 7月. 1999 (21. 07. 99) 特許請求の範囲(ファミリーなし)	1-6